

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
17 avril 2003 (17.04.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/032384 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :

H01L 21/762

31/33, rue de la Fédération, F-75752 Paris Cedex 15 (FR). **S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES** [FR/FR]; Parc Technologique des Fontaines, Chemin des Franques, F-38190 Bernin (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR02/03422

(22) Date de dépôt international : 8 octobre 2002 (08.10.2002)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

01/13105

11 octobre 2001 (11.10.2001)

FR

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **ASPAR, Bernard** [FR/FR]; 110, Lotissement Le Hameau des Ayes, F-38140 Rives (FR). **LAGAHE, Chrystelle** [FR/FR]; Route de la Cascade, F-38134 Saint Joseph de Rivière (FR). **GHYSELEN, Bruno** [FR/FR]; 58, rue Georges Maeder, F-38170 Seyssinet (FR).

(74) Mandataire : **RINUY, SANTARELLI**; 14, avenue de la Grande Armée, B.P. 237, F-75822 Paris Cedex 17 (FR).

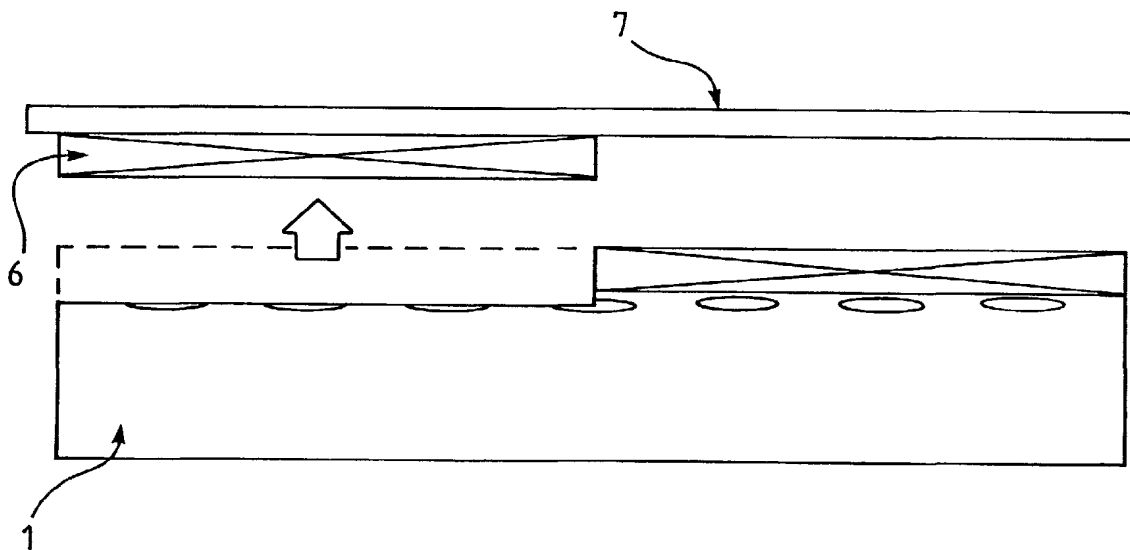
(71) Déposants (*pour tous les États désignés sauf US*) : **COM-MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR MAKING THIN LAYERS CONTAINING MICROCOMPONENTS

(54) Titre : PROCEDE DE FABRICATION DE COUCHES MINCES CONTENANT DES MICROCOMPOSANTS



(57) Abstract: The invention concerns a method for making (1) thin layers (5) containing microcomponents (6) using a substrate. Said method comprises in particular, for each layer (5), the following steps: a) local implantation of at least a gaseous species in said substrate (1) perpendicular to a plurality of implantation zones defined on the surface of the substrate (1), avoiding, by adequate selection of the depth and the shape of said implantation zones, degradation of said surface of the substrate (1) during the step b); b) producing microcomponents (6) in the surface layer (5) of the substrate (1) delimited by the implanting depth; and c) separating the substrate (1) in two parts, one part containing the surface layer (5) including said microcomponents (6), and the other the rest of the substrate (1). The invention is useful for producing microcomponents to be integrated on supports different from those used for their manufacture.

[Suite sur la page suivante]



WO 03/032384 A1



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de fabrication, au moyen d'un substrat (1), de couches minces (5) contenant des microcomposants (6). Ce procédé comprend notamment, pour chaque couche (5), les étapes suivantes; l'implantation localisée d'au moins une espèce gazeuse dans ledit substrat (1) au droit d'une pluralité de zones d'implantation définies à la surface du substrat (1), en évitant, par un choix adéquat de la profondeur d'implantation et de la géométrie desdites zones d'implantation, une dégradation de cette surface du substrat (1) lors de l'étape b); la réalisation de microcomposants (6) dans la couche superficielle (5) du substrat (1) délimitée par la profondeur d'implantation, et; la séparation en deux parties du substrat (1), une partie contenant ladite couche superficielle (5) contenant lesdits microcomposants (6), et l'autre le reste du substrat (1). Application à la réalisation de microcomposants devant être intégrés sur des supports différents de ceux permettant leur fabrication.

Procédé de fabrication de couches minces
contenant des microcomposants

L'invention concerne la réalisation de microcomposants à partir
5 d'une couche mince sur un substrat, et la réalisation de cet ensemble couche mince/substrat.

Par couche mince, on entend, de façon classique, une couche dont l'épaisseur est habituellement comprise entre quelques dizaines d'angström et plusieurs micromètres. Quant au substrat visé par l'invention, il peut être initial
10 ou intermédiaire, et être « démontable », c'est à dire destiné à être séparé de cette couche mince.

De plus en plus, on souhaite pouvoir réaliser des microcomposants devant être intégrés sur des supports différents de ceux permettant leur fabrication.

15 Par exemple, on peut citer les microcomposants sur substrats plastiques ou sur substrats souples. Par microcomposants, on entend ici tout dispositif électronique ou optoélectronique, ou tout capteur (par exemple chimique, mécanique, thermique, biologique ou biochimique), réalisé (en anglais, « *processed* ») entièrement ou partiellement.

20 Pour intégrer ces microcomposants sur des supports souples, on peut utiliser une méthode de report de couche.

Il existe de nombreux autres exemples d'applications où les techniques de report de couche peuvent fournir une solution adaptée pour l'intégration de microcomposants ou de couches sur un support à priori
25 inadapté à leur réalisation. Dans le même esprit, ces techniques de transfert de couches sont également très utiles lorsque l'on souhaite isoler une couche fine, avec ou sans microcomposant, de son substrat initial, par exemple en procédant à une séparation ou élimination de ce dernier. Encore dans le même esprit, un retournement de couche fine associé à son transfert sur un autre
30 support fournit aux ingénieurs un degré de liberté précieux pour pouvoir concevoir des structures impossibles par ailleurs. Ces prélèvements et retournements de films minces permettent par exemple de réaliser des

structures dites enterrées telles que des capacités enterrées pour les « DRAM » (initiales des mots anglais « *Dynamic Random Access Memory* », c'est-à-dire « Mémoire vive Dynamique ») où, contrairement au cas usuel, les capacités sont d'abord formées puis reportées sur un autre substrat de silicium avant de reprendre la fabrication sur ce nouveau substrat du reste des circuits. Un autre exemple concerne la réalisation de structures de transistors dites à double grille. La première grille d'un transistor « CMOS » est réalisée selon une technologie conventionnelle sur un substrat, puis reportée avec retournement sur un second substrat pour reprendre la réalisation de la deuxième grille et de la finition du transistor, laissant ainsi la première grille enterrée dans la structure (voir par exemple K. Suzuki, T. Tanaka, Y. Tosaka, H. Horie et T Sugii, « *High-Speed and Low-Power n+-p+ Double-Gate SOI CMOS* », IEICE Trans. Electron., vol. E78-C, 1995, pages 360 à 367).

Vouloir isoler une couche mince de son substrat initial se rencontre par exemple dans le domaine des diodes électroluminescentes (« *LED* » en anglais), comme il est par exemple reporté dans les documents W.S Wong et al., Journal of Electronic Materials, page 1409, vol. 28, n° 12, 1999, ou I. Pollentier et al., page 1056, SPIE vol. 1361, « *Physical Concepts of Materials for Novel Optoelectronic Device Applications I* », 1990. Un des buts recherchés ici est un meilleur contrôle de l'extraction de la lumière émise. Un autre but concerne le fait que dans cet exemple particulier, le substrat saphir ayant servi à réaliser l'empilement épitaxial se retrouve a posteriori encombrant, notamment du fait de son caractère électriquement isolant qui empêche toute prise de contact électrique en face arrière. Pouvoir se débarrasser de ce substrat saphir dont l'emploi était avantageux pour la phase de croissance du matériau apparaît donc désormais souhaitable.

On retrouve une situation identique par exemple dans le domaine des applications liées aux télécommunications et hyperfréquence. Dans ce cas, on préfère que les microcomposants soient intégrés en final sur un support présentant une résistivité élevée, typiquement de plusieurs kohm·cm au moins. Mais un substrat fortement résistif n'est pas forcément disponible aux mêmes coûts et qualité que les substrats standard habituellement utilisés. Dans le cas

du silicium, on peut par exemple noter la disponibilité de plaques de silicium en diamètres 200 et 300 mm de résistivité standard, tandis que pour des résistivités supérieures à 1 kohm·cm, l'offre est très inadaptée en 200 mm et inexistante en 300 mm. Une solution consiste à réaliser les microcomposants
5 sur substrats standards puis à reporter lors des étapes finales une couche fine contenant les microcomposants sur un substrat isolant tel que le verre, le quartz ou le saphir.

D'un point de vue technique, ces opérations de transfert ont pour intérêt majeur de décorrélér les propriétés de la couche dans laquelle sont
10 formés les microcomposants de celles de la couche servant de support final, et sont par conséquent intéressantes dans bien d'autres cas encore.

On peut encore citer les cas où le substrat d'intérêt pour la réalisation des microcomposants coûte excessivement cher. Dans ce cas, par exemple celui du carbure de silicium qui offre de meilleures performances
15 (températures d'utilisation plus élevées, puissances et fréquences maximum d'utilisation significativement améliorées, et ainsi de suite) mais dont le coût est très élevé comparativement au silicium, on aurait intérêt à transférer une couche fine du substrat cher (le carbure de silicium ici) sur le substrat bon marché (le silicium ici), et à récupérer le résidu du substrat cher pour une
20 réutilisation après éventuellement une opération de recyclage. L'opération de transfert peut avoir lieu avant, au cours ou après la réalisation des microcomposants.

Ces techniques peuvent également trouver leur intérêt dans tous les domaines où obtenir un substrat mince est important pour l'application finale.
25 En particulier, on peut citer les applications de puissance, pour des raisons liées à l'évacuation de chaleur (qui sera d'autant meilleure que le substrat est fin) ou parce que le courant électrique doit parfois traverser l'épaisseur des substrats, avec des pertes qui sont en première approximation proportionnelles à l'épaisseur traversée par ce courant. On peut aussi citer les applications de
30 carte à puce pour lesquelles une finesse des substrats est recherchée pour des raisons de souplesse. De même, on peut citer les applications destinées à la réalisation de circuits 3D ainsi que d'empilements de structures.

Pour toutes ces applications (citées à titre d'exemples), la réalisation de circuits est faite sur des substrats épais ou d'épaisseur standard, avec pour avantages, d'une part, de bien supporter mécaniquement les différentes étapes technologiques, et d'autre part de répondre aux normes concernant leur passage sur certains équipements de production. Il est donc nécessaire de réaliser un amincissement pour conduire à l'application finale.

Différentes techniques peuvent être utilisées pour reporter des couches d'un support vers un autre support. On peut citer par exemple les techniques publiées en 1985 par T. Hamaguchi et al., Proc. IEDM 1985, p. 688. Ces techniques présentent un grand intérêt puisqu'elles permettent effectivement de transférer une couche d'un substrat vers un autre substrat ; mais elles nécessitent la consommation du substrat de base (détruit au cours du procédé), et ne permettent pas le transfert homogène d'un film mince sauf si une couche d'arrêt (c'est à dire une couche formant une inhomogénéité dans la matière du substrat) est présente.

Parmi les procédés connus de report permettant de récupérer le film mince après transfert, il est également possible d'utiliser des méthodes de transfert de couches minces de matériaux contenant (ou pas) tout ou partie d'un microcomposant. Ces méthodes sont fondées pour certaines d'entre elles sur la création dans un matériau d'une couche fragile enterrée, à partir de l'introduction d'une ou plusieurs espèces gazeuses. On peut à ce propos se référer aux documents US-A-5374564 (ou EP-A-533551), US-A-6020252 (ou EP-A-807970), FR-A-2767416 (ou EP-A-1010198), FR-A-2748850 (ou EP-A-902843), ou FR-A-2773261 (ou EP-A-963598), qui présentent ces procédés. Ceux-ci sont généralement utilisés avec l'objectif de détacher l'ensemble d'un film d'un substrat initial pour le reporter sur un support. Le film mince obtenu peut contenir alors une partie du substrat initial. Ces films peuvent servir de couches actives pour la réalisation de microcomposants électroniques ou optiques.

Ces méthodes permettent en particulier la réutilisation du substrat après séparation, ces substrats ne se consommant que très peu ainsi à chaque cycle. En effet, l'épaisseur prélevée n'est fréquemment que de quelques

microns tandis que les épaisseurs de substrat sont typiquement de plusieurs centaines de microns. On peut ainsi obtenir, en particulier dans le cas du procédé divulgué dans le document US-A-6020252 (ou EP-A-807970), des substrats qui sont assimilables à des substrats « démontables » (c'est à dire des substrats détachables) à l'aide d'une contrainte mécanique. Ce procédé particulier repose sur la formation par implantation d'une zone enterrée fragilisée selon laquelle se réalisera la découpe lors du transfert final.

D'autres méthodes, basées sur le principe dit du « *lift-off* », permettent également de séparer une couche mince du reste de son support initial, ici aussi sans nécessairement consommer ce dernier. Ces méthodes utilisent généralement des attaques chimiques, associées ou non à des efforts mécaniques, attaquant sélectivement une couche intermédiaire enterrée. Ce type de méthode est très utilisé pour le report d'éléments III-V sur différents types de supports (cf. C. Camperi et al., IEEE Transaction and Photonics Technology, vol. 3 n° 12, 1991, page 1123). Comme il est expliqué dans l'article de P. Demeester et al., Semicond. Sci. Technol. 8, 1993, pages 1124 à 1135, le report, ayant lieu généralement après une étape d'épitaxie, peut être réalisé avant ou après la réalisation des microcomposants (« *pre-processing* » ou « *post-processing* » en anglais, respectivement).

Parmi les méthodes utilisant la présence d'une couche enterrée (préexistante) de tenue mécanique plus faible que le reste du substrat pour obtenir une séparation localisée au niveau de cette couche enterrée, on peut citer le procédé ELTRAN® (Japanese Patent Publication Number 07302889). Dans ce cas, un empilement à base de silicium monocristallin est fragilisé localement grâce à la formation d'une zone de silicium poreux. Un autre cas similaire consiste à tirer profit de la présence d'un oxyde enterré dans le cas d'une structure « SOI » (initiales des mots anglais « *Silicon On Insulator* », c'est-à-dire « Silicium sur Isolant ») aussi classique soit-elle (c'est à dire réalisée sans rechercher un effet démontable particulier). Si cette structure est collée de manière suffisamment forte sur un autre substrat et si l'on exerce une contrainte importante sur la structure, on peut obtenir une fracture localisée préférentiellement dans l'oxyde, menant à une découpe à l'échelle du substrat

entier. Le document PHILIPS Journal of Research, vol. 49 n° 1/2, 1995, en montre un exemple en pages 53 à 55. Malheureusement, cette fracture est difficilement contrôlable et elle nécessite des contraintes mécaniques importantes, ce qui n'est pas sans risque de casse des substrats ou de
5 détérioration concernant les microcomposants.

L'avantage de tels procédés à couche fragile enterrée est de pouvoir réaliser des couches à base de matériaux cristallins (Si, SiC, InP, AsGa, LiNbO₃, LiTaO₃, et ainsi de suite) dans une gamme d'épaisseurs pouvant aller de quelques dizaines d'angström (Å) à plusieurs micromètres (µm), avec une
10 très bonne homogénéité. Des épaisseurs plus élevées restent également accessibles.

Les techniques de transfert de couches (avec ou sans microcomposant) reposant sur la réalisation de substrats démontables par formation d'une couche intermédiaire ou interface fragilisée (qu'elle soit
15 obtenue par fragilisation par implantation d'espèces, par formation d'une zone poreuse, ou par un autre moyen) se heurtent à cet égard à certains problèmes liés à un délaminage intempestif lorsque les traitements préalables à la séparation volontaire sont trop agressifs.

L'invention a pour objet de combiner de façon fiable l'impératif de
20 séparation aisée, le moment voulu, et l'impératif de pouvoir, le cas échéant, supporter l'application de traitements thermiques ou mécaniques nécessaires pour la réalisation de tout ou partie de microcomposants électroniques, optiques, acoustiques ou de capteurs, ou encore d'étapes d'épitaxie, sans provoquer de délaminage ou de séparation prématurée.

25 Plus généralement, l'invention a pour objet un ensemble comportant une couche mince sur un substrat, cette couche étant reliée à ce substrat par une interface ou une couche intermédiaire présentant un niveau de tenue mécanique facile à contrôler.

Un tel substrat démontable peut être élaboré, selon le document FR
30 2748851, par introduction d'une espèce gazeuse (par exemple l'hydrogène). La dose implantée doit être choisie de telle sorte qu'un recuit thermique n'induisse pas de déformation ou d'exfoliation de surface. Selon les forces mécaniques

applicables et/ou l'outil utilisé pour induire la séparation entre la couche superficielle et le reste du substrat, le stade de fragilisation atteint au niveau de la zone implantée peut se révéler insuffisant. Il peut alors être intéressant d'augmenter la fragilisation de la zone implantée.

5 Le procédé décrit dans le document FR 2773261 permet également de réaliser un substrat démontable, grâce à la présence d'une couche enterrée d'inclusions utilisée comme couche de piégeage dans le substrat. Celle-ci permet, après différents traitements, par exemple d'élaboration de microcomposants électroniques, de localiser, préférentiellement au niveau de
10 cette couche de piégeage, et en quantité suffisante, des espèces gazeuses qui pourront contribuer à la séparation finale de la couche mince superficielle délimitée par la zone d'inclusions et la surface du substrat. Cette étape de séparation peut comprendre un traitement thermique et/ou l'application d'une contrainte mécanique à la structure.

15 L'utilisation de cette technique peut rencontrer des limitations, notamment en ce qui concerne la réintroduction d'espèces gazeuses dans la couche superficielle après la fabrication de tout ou partie des microcomposants, qui peut être indésirable pour certains types de microcomposants réalisés.

20 D'après le procédé divulgué dans la demande française n° 0006909, l'introduction d'une dose contrôlée d'espèces implantées permet à la fois de fragiliser (voire surfragiliser) la zone enterrée et d'évacuer ensuite le gaz, cela afin de limiter un effet de pression lors d'une montée en température. On n'a donc pas de déformation ou d'exfoliation de la surface lors d'étapes
25 technologiques à hautes températures. Cette technique nécessite un contrôle rigoureux des conditions d'implantation (doses, températures, et ainsi de suite). Il peut donc se révéler intéressant de pouvoir relâcher les contraintes relatives à une fenêtre technologique étroite.

 Le document FR 2758907 propose une introduction locale d'espèces
30 gazeuses après élaboration des microcomposants dans la couche superficielle du substrat. L'introduction de ces espèces mène à la formation d'une couche enterrée discontinue de microcavités susceptibles de contribuer à la fracture

après solidarisation du substrat traité sur un substrat support. Le substrat est donc fragilisé après la réalisation des différentes étapes technologiques de fabrication des microcomposants. La taille accessible des zones à masquer (qui correspondent aux zones actives des microcomposants) peut se révéler
5 limitative selon les applications visées. Par exemple, pour des tailles de microcomposants de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de microns, cette technique est difficile à mettre en œuvre. De plus, selon la technologie d'élaboration des microcomposants utilisée, l'épaisseur de la couche active, c'est-à-dire comportant les microcomposants, peut atteindre plusieurs microns.
10 L'introduction des espèces gazeuses à une forte profondeur (par implantateurs spécifiques, ou par accélérateurs) peut alors s'avérer délicate, tout en protégeant efficacement les zones par masquage.

Afin de remédier à ces divers inconvénients, l'invention propose un procédé de fabrication, au moyen d'un substrat, de couches minces contenant
15 des microcomposants, ledit procédé étant remarquable en ce qu'il comprend notamment, pour chaque couche, les étapes suivantes :

a) l'implantation localisée d'au moins une espèce gazeuse dans ledit substrat au droit d'une pluralité de zones d'implantation définies à la surface du substrat, en évitant, par un choix adéquat de la profondeur d'implantation et de
20 la géométrie desdites zones d'implantation, une dégradation de cette surface du substrat lors de l'étape b),

b) la réalisation de microcomposants dans la couche superficielle du substrat délimitée par la profondeur d'implantation, et

c) la séparation en deux parties du substrat, une partie contenant ladite
25 couche superficielle contenant lesdits microcomposants, et l'autre le reste du substrat.

Par « dégradation », on entend ici toute déformation de surface (sous forme par exemple de cloques) ou toute exfoliation de la couche superficielle, qui seraient préjudiciables à la bonne réalisation de l'étape b).

30 Ainsi, selon l'invention, on prévoit des zones protégées de l'implantation et des zones subissant l'implantation desdites espèces gazeuses, les formes, les dimensions et la répartition de ces zones d'implantation étant

choisies de manière à empêcher toute déformation de la surface du substrat d'une amplitude supérieure, disons, à quelques dizaines d'angström, lors de l'étape de réalisation des microcomposants. Notamment, on tiendra compte à cet effet de la rigidité de la couche superficielle (qui peut éventuellement être constituée par un empilement de plusieurs couches de matériaux), des conditions d'implantation, et des traitements ultérieurs jusqu'à la séparation de ladite couche mince.

Le procédé selon l'invention permet de réaliser un substrat démontable comportant des zones enterrées fragilisées par la présence de microcavités et/ou microfissures (séparant ainsi localement la couche superficielle du reste du substrat), et des zones non ou peu fragilisées permettant de maintenir la couche superficielle solidaire du substrat. On obtient ainsi des zones localisées au niveau desquelles la couche superficielle se séparera facilement du substrat du fait de la présence, au niveau de ces zones, de ces microcavités et/ou microfissures.

Un avantage important de l'invention est que le confinement latéral de ces zones enterrées fragilisées permet d'éviter une déformation conséquente de la couche superficielle sous forme de cloque ou d'exfoliation. La fenêtre technologique des doses implantées est élargie par rapport aux procédés selon l'art antérieur, car l'implantation localisée dans des zones confinées permet de limiter l'extension latérale des microfissures.

De plus, la surface du substrat obtenu est compatible avec des étapes technologiques classiques, telles que des opérations de lithographie ou l'élaboration de microcomposants. Notamment, le substrat fragilisé obtenu est compatible avec des traitements à haute température, tels que par exemple une oxydation thermique ou une épitaxie en phase gazeuse ou liquide.

Après réalisation de ces étapes technologiques variées, la présence de zones séparant localement la couche superficielle du substrat va permettre d'obtenir une fracture en profondeur entre cette couche superficielle et le substrat.

Lesdites zones d'implantation pourront commodément être réalisées en tant qu'ouvertures définies dans un masque placé à la surface du substrat.

Lesdites espèces gazeuses pourront par exemple être constituées par des ions hydrogène, ou par des ions d'au moins un gaz rare, ou par un mélange de ces ions.

On notera que le procédé de fabrication selon l'invention pourra
5 comprendre, avant l'étape a), une étape supplémentaire d'introduction d'au moins une espèce gazeuse, cette au moins une introduction supplémentaire étant effectuée en l'absence de masque à la surface du substrat. Par « introduction », on entend, ici et plus bas, des techniques classiques telles que, par exemple, l'implantation ionique, la diffusion activée thermiquement ou
10 encore la diffusion plasma. Un substrat qui a été traité par une introduction supplémentaire avant une implantation selon l'étape a) sera considéré comme un substrat auquel s'applique le procédé selon l'invention tel que décrit succinctement ci-dessus.

Selon des caractéristiques préférées, une telle introduction
15 supplémentaire en l'absence de masquage sur le substrat peut être réalisée entre les étapes a) et b).

Grâce à ces dispositions, on obtient une zone enterrée délimitant une couche superficielle plus ou moins fragilisée puisque certaines zones ont subi, par exemple, deux implantations, alors que d'autres zones n'en ont subi
20 qu'une seule. Les doses d'ions introduits lors de ces implantations peuvent être telles que leur somme corresponde à une dose moyenne causant, dans le cas d'une implantation sur toute la surface du substrat, l'apparition de cloques après traitement thermique. Rappelons que la géométrie des zones ayant subi la double implantation permet d'éviter l'apparition de ces cloques et donc la
25 dégradation de la surface du substrat. Cette variante de réalisation peut notamment être favorable lors de l'étape de séparation de la couche superficielle du reste du substrat (étape c)), et permettre des traitements moins contraignants pour obtenir cette séparation.

Selon d'autres caractéristiques préférées, le procédé de fabrication
30 selon l'invention comprend, avant ou au cours de l'étape b), une étape au cours de laquelle on surfragilise la zone implantée, par exemple par la réalisation de traitements thermiques adaptés ou de dépôts de couches minces particulières

induisant des contraintes mécaniques. Par « surfragilisation », on entend ici un état de fragilisation plus important de la zone implantée, de manière à permettre de diminuer les contraintes à mettre en jeu lors de la séparation finale.

5 Grâce à cette disposition, les défauts structurels engendrés par implantation des espèces gazeuses vont croître au niveau des zones implantées, ce qui aura pour effet d'augmenter la fragilité de ces zones enterrées locales. Le choix judicieux des dimensions des motifs d'implantation peut permettre d'atteindre un seuil de fragilisation important de ces zones, sans
10 pour autant causer de déformation de surface conséquente ni d'exfoliation.

Il est à noter que les étapes optionnelles de surfragilisation des zones implantées peuvent être entièrement ou en partie réalisées lors des étapes de fabrication des microcomposants, pourvu que les séquences de température et de durée soient judicieusement choisies.

15 Selon d'autres caractéristiques préférées, le procédé de fabrication selon l'invention comprend, entre l'étape b) et l'étape c), une étape supplémentaire d'introduction d'au moins une espèce gazeuse. Cette introduction supplémentaire d'au moins une espèce gazeuse peut par exemple être effectuée à l'aide d'un masque définissant des zones d'implantation de
20 cette au moins une espèce gazeuse.

Grâce à cette disposition, on fragilise la zone enterrée, dans le but de faciliter la désolidarisation ultérieure entre la couche superficielle et le substrat.

Cette désolidarisation (étape c)) pourra être effectuée au moyen
25 d'un traitement thermique et/ou l'application de contraintes mécaniques.

Selon un autre aspect de l'invention, celle-ci concerne une couche mince contenant des microcomposants, ladite couche mince étant remarquable en ce qu'elle a été fabriquée au moyen de l'un quelconque des procédés succinctement décrits ci-dessus. Cette couche sera au besoin reportée sur un
30 support, qui pourra être souple ou rigide.

D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée, que l'on trouvera ci-dessous, de modes particuliers

de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs. Cette description se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un substrat muni de moyens de masquage,
- 5 - la figure 2 illustre la première étape d'un procédé de fabrication de couches selon l'invention,
- la figure 3 est une vue schématique du substrat après l'enlèvement du masque selon l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique du substrat après une deuxième
- 10 étape d'un procédé de fabrication de couches selon l'invention,
- la figure 5 illustre le report individuel d'un microcomposant sur un substrat support,
- la figure 6 illustre le report sur un support « poignée » d'une couche selon l'invention contenant des microcomposants, et
- 15 - la figure 7 illustre le report individuel d'un microcomposant sur un support final à partir d'un support « poignée ».

Nous allons décrire les étapes principales de la fabrication d'une couche selon un mode de réalisation de l'invention.

La **figure 1** montre la préparation initiale d'un substrat 1. Cette

20 préparation consiste à définir les zones à implanter par réalisation d'un masque 2 délimitant, à la surface d'un substrat 1, des zones non masquées (qui seront ultérieurement implantées) et des zones masquées (qui ne verront pas d'implantation).

Ce masque peut être réalisé au niveau du substrat 1 par une couche

25 de résine à partir d'une étape de lithographie, ou par toute autre couche en surface du substrat 1 (par exemple de l'oxyde) à partir d'étapes successives de lithographie et gravure. Le masquage peut également être effectué à partir d'une grille disposée au niveau de la surface du substrat 1 lors de l'étape d'implantation. Cette grille de masquage peut encore être disposée au niveau

30 d'un diaphragme intercalé entre le faisceau d'ions à implanter et le substrat cible. Ces moyens de masquage ont été décrits à titre d'exemples, mais d'autres moyens de masquage adaptés sont possibles.

Un choix judicieux des formes et des dimensions des zones masquées est primordial pour la bonne réalisation des étapes suivantes. En effet, l'étape d'implantation a pour conséquence de créer une zone enterrée discontinue comportant des défauts spécifiques dus à l'introduction des ions

5 (« platelets », microcavités et/ou microbulles). L'étape de définition des zones à planter tient compte des propriétés du substrat, des propriétés de la ou des couches de composition ou de matériau différents présentes à la surface du substrat 1, ainsi que des conditions d'implantation.

Les propriétés de rigidité et l'épaisseur de la couche superficielle que

10 l'on cherche à réaliser vont conditionner les dimensions et l'espacement des zones à planter. Celles-ci seront établies de sorte que la croissance des microcavités et microfissures au niveau des zones implantées, qui pourrait se produire lors de traitements thermiques par exemple, ne mènent :

- ni à une relaxation verticale de la couche superficielle, par formation

15 de cloques, d'amplitude supérieure à quelques dizaines d'angström,

- ni à une interaction totale ou partielle entre différentes zones localement implantées de nature à causer le soulèvement ou l'exfoliation de tout ou partie de la couche superficielle.

Il est ainsi possible de maintenir la surface de la couche superficielle

20 exempte de toute dégradation conséquente, avec des zones enterrées localement fragilisées.

Selon le type de masquage effectué (masque d'oxyde sur le substrat, grille disposée à la surface du substrat au cours de l'implantation, ou encore grille disposée sur le chemin du faisceau d'ions au cours de

25 l'implantation), les dimensions latérales (dans le plan de la surface du substrat) effectives des zones enterrées ayant subi l'implantation ionique sont dépendantes des profils gaussiens d'implantation. Cela signifie qu'un flanc abrupt de masque en surface n'est pas rigoureusement restitué au niveau de la couche enterrée implantée. La dispersion des ions lors de leur pénétration

30 dans le matériau induit un élargissement sensible de la zone implantée. Il est donc nécessaire de tenir compte de ce phénomène pour définir correctement les dimensions des zones masquées et non masquées.

En revanche, les dimensions des zones implantées doivent être suffisantes pour permettre une séparation aisée de la couche superficielle en fin de procédé.

Les essais réalisés par les inventeurs ont montré que, généralement, la surface totale des zones d'implantation représentera, approximativement, entre 1/3 et 5/6 de la surface du substrat 1. De plus, une dimension linéaire des zones d'implantation sera de préférence comprise, approximativement, entre 0,1 et 10 fois l'épaisseur visée pour la couche superficielle, dans le cas d'un substrat en silicium. Dans le cas d'un matériau plus rigide, cette dimension pourra être notablement plus grande, par exemple de l'ordre de 50 fois.

On pourra par exemple utiliser un masque d'implantation comportant des motifs par exemple carrés, ouverts sur 10 μm x 10 μm , séparés par des zones masquées, par exemple, de 5 μm . Comme autre exemple, on pourra utiliser un masque d'implantation comportant des zones non masquées de type lignes dont les dimensions sont, par exemple, de 5 μm X 100 μm , les lignes étant espacées l'une de l'autre de, par exemple, 5 μm .

La première étape de ce mode de réalisation, illustrée sur la **figure 2**, consiste donc à introduire au moins une espèce gazeuse telle que l'hydrogène et/ou un gaz rare sous forme ionique dans le substrat 1.

Le substrat 1 présente en conséquence un ensemble de zones enterrées 3 ayant subi une implantation d'espèces gazeuses, ces zones 3 étant séparées entre elles par des zones 4 dans lesquelles le masquage initial a empêché l'introduction d'espèces gazeuses. Ainsi, le substrat 1 comprend une couche enterrée discontinue composée de défauts 3 tels que des « platelets », microcavités, microbulles ou microfissures. Le confinement latéral des microfissures 3 empêche que leur extension ou leur relaxation ne causent de dégradation de la surface du substrat 1.

L'énergie d'implantation des espèces gazeuses contrôle l'épaisseur de la couche superficielle 5 délimitée par la couche implantée et la surface du substrat 1.

Un exemple d'application peut être une implantation en ions hydrogène à une énergie comprise entre 150 et 250 keV et à une dose comprise entre 10^{16} et 10^{17} H⁺/cm² environ.

Le masque est ensuite retiré laissant ainsi la surface du substrat 1
5 entièrement à nu, comme le montre la **figure 3**.

Selon une variante du procédé selon l'invention, on effectue alors une seconde implantation d'ions de même espèce ou d'espèces différentes de la première implantation : les motifs initialement ouverts du masque subissent donc une deuxième implantation alors que les motifs initialement masqués
10 voient une première implantation. Cette seconde implantation va augmenter la densité et/ou la taille des défauts présents dans les zones précédemment implantées, et va de plus induire la formation de défauts enterrés au niveau des zones précédemment masquées. La dose introduite lors de la seconde implantation doit être assez faible, c'est-à-dire qu'elle ne doit pas permettre la
15 formation de cloques et d'exfoliations après un recuit à température moyenne (entre 450°C et 600°C environ). On pourra par exemple de préférence opérer à une énergie de 180 keV et à une dose de $4 \cdot 10^{16}$ H⁺/cm².

Il existe alors en profondeur une zone enterrée comprenant une quantité plus ou moins importante d'espèces gazeuses et par là même une
20 densité plus ou moins importante de défauts de type microcavités. Les zones ayant subi uniquement la seconde implantation atteindront donc un niveau plus faible de fragilisation que les motifs doublement implantés, mais permettront d'établir la continuité de la zone enterrée fragile.

Le développement des zones fragiles 3 créées par une ou plusieurs
25 implantations d'espèces gazeuses, telles que décrites ci-dessus, dépend des conditions d'implantation, ainsi que d'éventuels traitements effectués après implantation. Ces traitements optionnels visent à surfragiliser les zones locales implantées 3, et à induire la croissance des microcavités présentes dans ces zones. Pour ce faire, on pourra par exemple appliquer un traitement thermique
30 à une température de l'ordre de 450 à 475°C pendant quelques minutes.

Le substrat ainsi fragilisé peut alors, au cours d'une deuxième étape de ce mode de réalisation de l'invention représentée sur la **figure 4**, subir des

traitements thermiques, des étapes de dépôt, d'épitanie, ou autres traitements d'élaboration de microcomposants électroniques et/ou optiques et/ou de capteurs 6, sans risque de dégradation de la surface.

Le substrat peut ainsi, le cas échéant, être soumis à des opérations d'épitanie. Une couche épitanie de 5 μm permettra par exemple l'élaboration de microcomposants de type « CMOS » au moyen de techniques classiques. Une couche épitanie de 50 μm pourra par exemple être utilisée pour la réalisation de cellules photovoltaïques.

La troisième et dernière étape de ce mode de réalisation de l'invention consiste en la séparation entre la couche superficielle 5 contenant les microcomposants 6, et le reste du substrat 1. Selon les conditions dans lesquelles on a mis en œuvre les deux premières étapes, cette séparation peut être réalisée soit au moyen de traitements thermiques, soit par l'application judicieuse de contraintes mécaniques à la structure, soit encore par combinaison des traitements thermiques et des contraintes mécaniques.

Selon une variante de l'invention, avant de procéder à cette séparation, on pourra effectuer une introduction locale supplémentaire d'au moins une espèce gazeuse au droit de zones identiques aux zones d'implantation utilisées pour la première étape de ce mode de réalisation ou différentes de ces zones, dans le but de faciliter la désolidarisation ultérieure entre la couche superficielle et le substrat.

On pourra effectuer cet ajout d'espèces gazeuses par implantation au niveau des zones déjà fragilisées, ou bien constituer une zone enterrée fragilisée continue en effectuant une implantation au droit de zones initialement masquées au-dessous desquelles le substrat est peu fragilisé ou ne l'est pas du tout. L'énergie d'implantation sera alors choisie de sorte que les espèces implantées atteignent la profondeur des zones fragilisées par les étapes initiales d'implantation, en prenant en compte les changements d'épaisseur intervenus lors de l'élaboration des microcomposants sur la couche 5.

On plantera de préférence une dose de l'ordre de $6 \cdot 10^{16}$ ions H^+/cm^2 , dose moyenne permettant l'obtention de la séparation pour un traitement thermique à une température comprise entre 400 et 500°C.

Notons que les conditions de mise en œuvre de cette variante dépendent :

- de la taille des microcomposants (on peut avoir besoin d'éviter la traversée de zones actives des microcomposants par les ions implantés), et/ou
- 5 - de la sensibilité des microcomposants réalisés à une implantation ionique quelle que soit leur taille, si les microcomposants ne sont pas détériorés par la traversée d'ions ou si tout au moins certaines parties des microcomposants n'y sont pas sensibles.

En particulier, pour réaliser cette implantation supplémentaire, on
10 pourra utiliser un masquage adapté, qui pourra bien sûr être différent du masquage utilisé lors de la première étape de ce mode de réalisation.

L'étape de séparation entre la couche superficielle 5 contenant les microcomposants 6, et le reste du substrat 1 peut comporter un traitement thermique (four, et/ou chauffage local, et/ou faisceau laser, ou autre), et/ou
15 l'application de contraintes mécaniques telles que la projection d'un jet de fluide (gaz, liquide) et/ou l'insertion d'une lame au niveau de la zone fragilisée, et/ou des contraintes en traction, cisaillement ou flexion appliquées au substrat 1. A titre d'exemple, on pourra appliquer un traitement thermique à environ 450°C pendant 30 minutes pour séparer la couche superficielle 5 du substrat initial.

20 Cette séparation peut donner lieu à l'obtention d'une couche autoportée, ou encore au report de la couche superficielle 5 sur un substrat support 7, par exemple par la technique de collage par adhésion moléculaire ou le collage par l'intermédiaire de substances adhésives. La présence de ce support 7 permettra de rigidifier la couche 5 transférée du substrat fragilisé,
25 notamment pour des étapes de transport et/ou de finition.

De plus, comme le montre la **figure 5**, une préparation préalable du substrat démontable peut être faite qui permettra de prélever chaque microcomposant 6 individuellement. Cette technique est d'ailleurs connue d'après la demande FR 2781925.

30 Une variante de l'étape de report sur le support définitif peut comprendre une étape intermédiaire de report de la couche superficielle 5 du substrat fragilisé sur un support « poignée » 8, comme le montre la **figure 6**. Le

report sélectif ou non des microcomposants 6 pourra ensuite être effectué sur un support final 9, comme le montre la **figure 7**.

Le support final 7 ou 9 peut être, par exemple, en silicium, en plastique, ou en verre, et il peut être souple ou rigide.

- 5 Après séparation et report de la couche superficielle 5, le reste du substrat fragilisé pourra être recyclé aussi bien en tant que substrat initial qu'en tant que support éventuel.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication, au moyen d'un substrat (1), de couches
5 minces (5) contenant des microcomposants (6), caractérisé en ce qu'il comprend notamment, pour chaque couche (5), les étapes suivantes :

a) l'implantation localisée d'au moins une espèce gazeuse dans ledit substrat (1) au droit d'une pluralité de zones d'implantation définies à la surface du substrat (1), en évitant, par un choix adéquat de la profondeur d'implantation
10 et de la géométrie desdites zones d'implantation, une dégradation de cette surface du substrat (1) lors de l'étape b),

b) la réalisation de microcomposants (6) dans la couche superficielle (5) du substrat (1) délimitée par la profondeur d'implantation, et

c) la séparation en deux parties du substrat (1), une partie contenant
15 ladite couche superficielle (5) contenant lesdits microcomposants (6), et l'autre le reste du substrat (1).

2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites zones d'implantation sont définies par un masque (2) placé à la surface du substrat (1).

20 3. Procédé de fabrication selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que ladite espèce gazeuse est constituée par des ions hydrogène, ou par des ions d'au moins un gaz rare, ou par un mélange de ces ions.

4. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications
25 précédentes, caractérisé en ce que la surface totale des zones d'implantation représente, approximativement, entre 1/3 et 5/6 de la surface du substrat (1).

5. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une dimension linéaire des zones d'implantation est comprise, approximativement, entre 0,1 et 50 fois l'épaisseur
30 de ladite couche superficielle (5).

6. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape a) et/ou entre

l'étape a) et l'étape b), au moins une étape supplémentaire d'introduction d'au moins une espèce gazeuse, cette au moins une introduction supplémentaire étant effectuée en l'absence de masque à la surface du substrat (1).

5 7. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, avant ou au cours de l'étape b), on surfragilise la zone implantée.

8. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, entre l'étape b) et l'étape c), une étape supplémentaire d'introduction d'au moins une espèce gazeuse.

10 9. Procédé de fabrication selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite introduction supplémentaire d'au moins une espèce gazeuse est effectuée à l'aide d'un masque définissant des zones d'implantation de cette au moins une espèce gazeuse.

15 10. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite étape c) comporte un traitement thermique et/ou l'application de contraintes mécaniques.

20 11. Procédé de fabrication selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdites contraintes mécaniques comprennent l'utilisation d'un jet de fluide et/ou l'insertion d'une lame au niveau de la zone implantée, et/ou des contraintes en traction, cisaillement ou flexion appliquées au substrat (1).

12. Procédé de fabrication selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit traitement thermique comprend un chauffage au four et/ou un chauffage local et/ou un chauffage au laser.

25 13. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que, avant ou au cours de l'étape c), on applique sur le substrat (1) une surface (7) qui servira de support à ladite couche superficielle (5) après sa séparation du substrat (1).

30 14. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que, avant ou au cours de l'étape c), on applique sur le substrat (1) un support « poignée » (8), le report, sélectif ou non, des microcomposants (6) étant ensuite effectué sur un support final (9).

15. Couche mince (5) contenant des microcomposants (6), caractérisée en ce qu'elle a été fabriquée au moyen d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14.

16. Couche mince (5) selon la revendication 15, caractérisée en ce
5 qu'elle a été reportée sur un support (7, 8, 9) souple ou rigide.

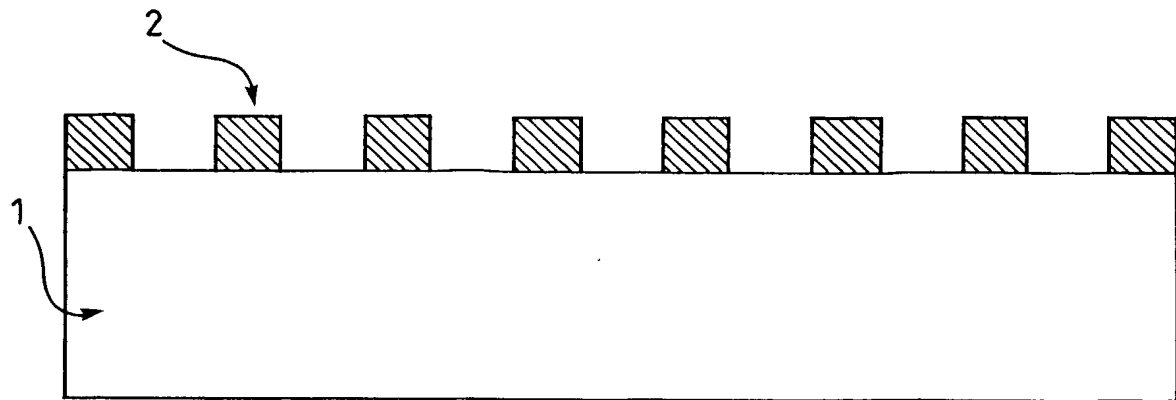


Fig. 1

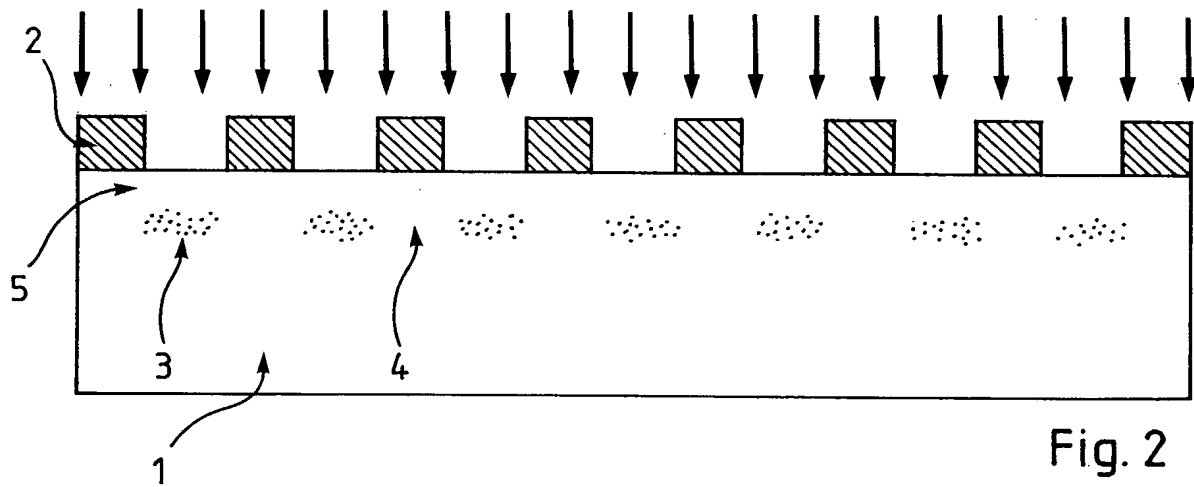


Fig. 2

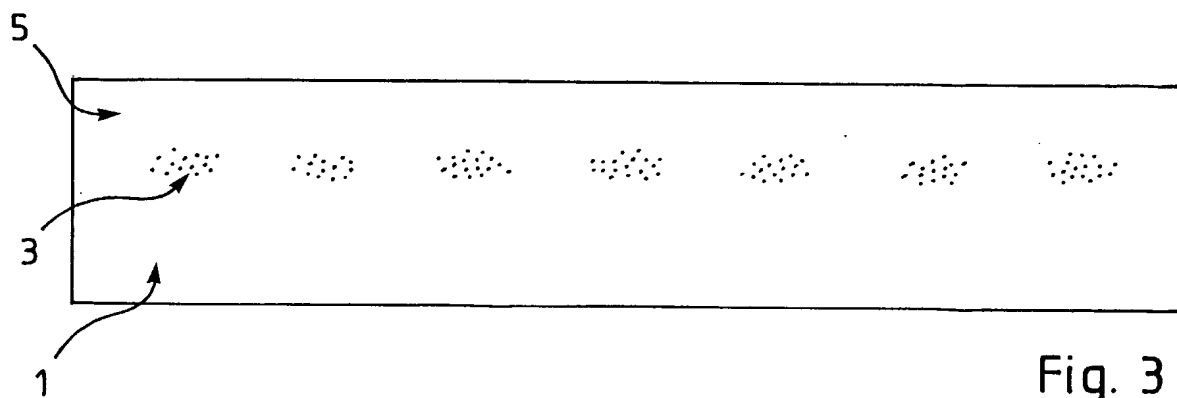
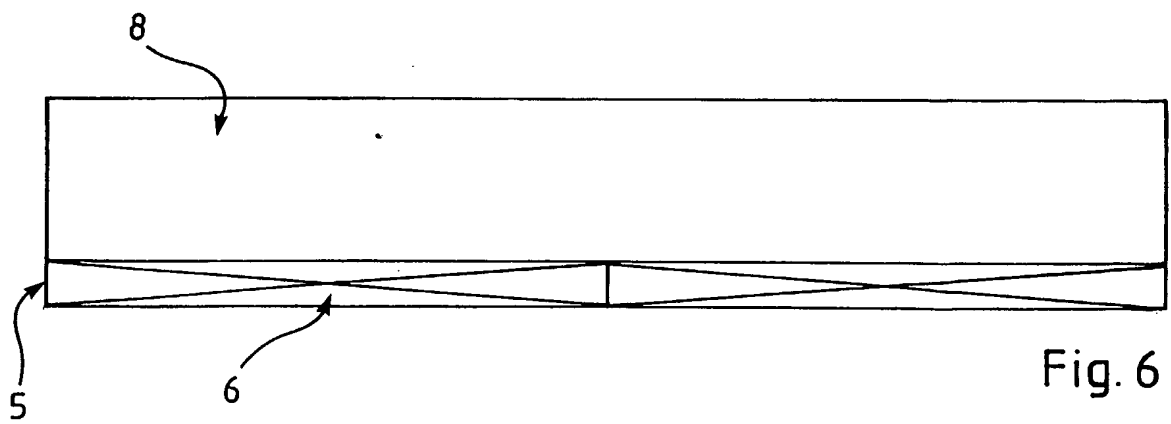
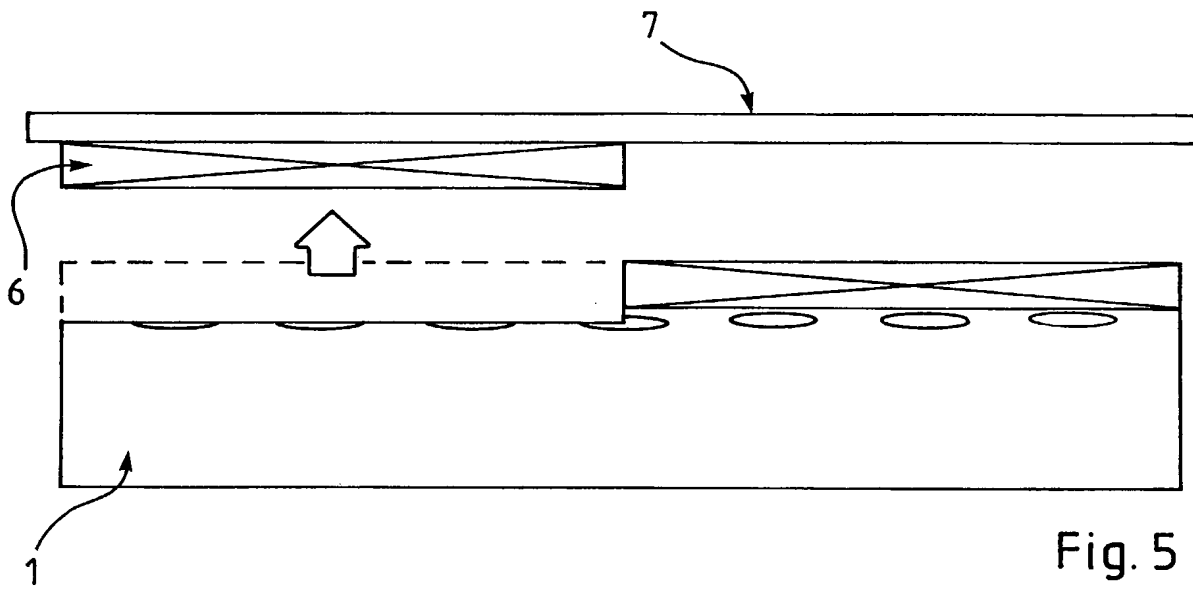
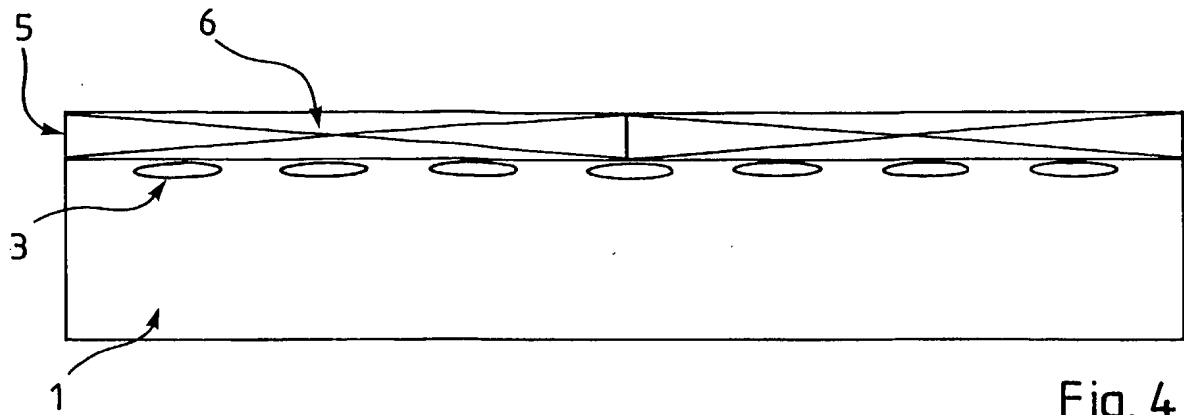


Fig. 3



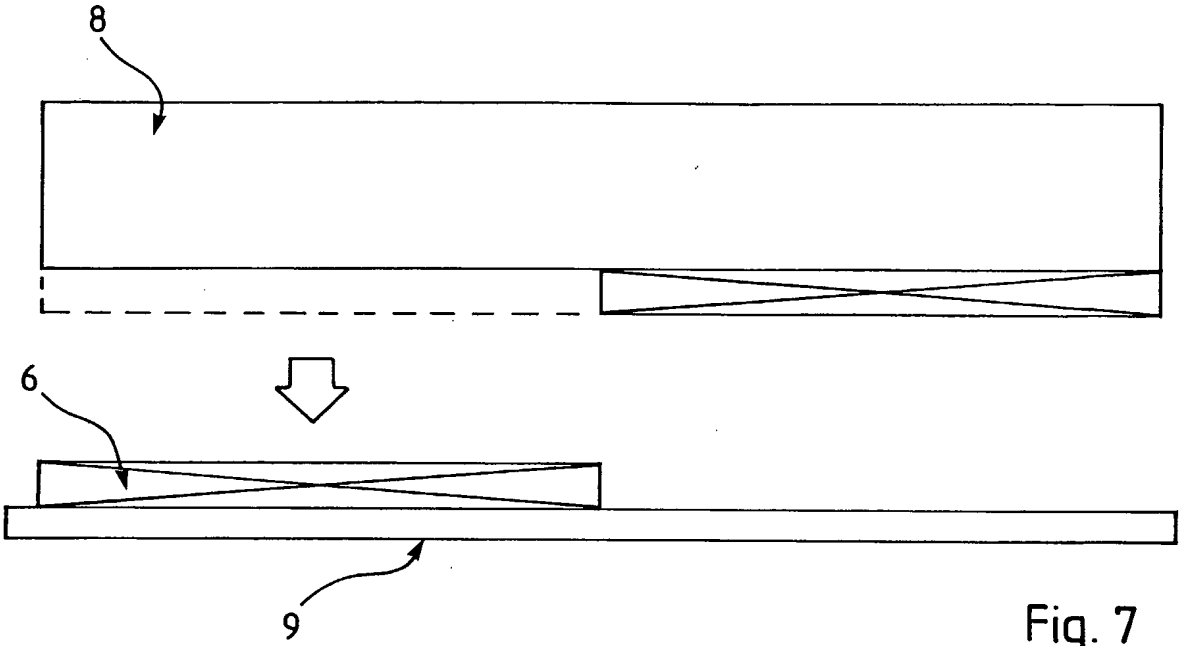


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 02/03422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/762

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	YUN C H ET AL: "Thermal and mechanical separations of silicon layers from hydrogen pattern-implanted wafers" JOURNAL OF ELECTRONIC MATERIALS, AUG. 2001, TMS;IEEE, USA, vol. 30, no. 8, pages 960-964, XP008005517 ISSN: 0361-5235 abstract; figure 1	1-5,7, 13,15,16
Y	---	6,8-12, 14
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 January 2003

Date of mailing of the international search report

22/01/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wirner, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 02/03422

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	YUN C H ET AL: "Fractional implantation area effects on patterned ion-cut silicon layer transfer" SOI CONFERENCE, 1999. PROCEEDINGS. 1999 IEEE INTERNATIONAL ROHNERT PARK, CA, USA 4-7 OCT. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 4 October 1999 (1999-10-04), pages 129-130, XP010370243 ISBN: 0-7803-5456-7 abstract; figure 1 ---	1-5,7, 13,15,16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31 May 1999 (1999-05-31) -& JP 11 045862 A (DENSO CORP), 16 February 1999 (1999-02-16) abstract; figures ---	1,3-5,7, 13,15,16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30 June 1999 (1999-06-30) -& JP 11 074208 A (DENSO CORP), 16 March 1999 (1999-03-16) abstract; figures ---	1-5,7, 13,15,16
Y	US 6 054 370 A (DOYLE BRIAN S) 25 April 2000 (2000-04-25) abstract; claims; figures 3-7,10 ---	6,8,9
Y	FR 2 797 347 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 9 February 2001 (2001-02-09) abstract; claims; figures ---	10-12,14
A	EP 0 938 129 A (CANON KK) 25 August 1999 (1999-08-25) abstract; claims; figures 1C,6A -----	1,6,8-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 02/03422

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 11045862	A	16-02-1999	NONE	
JP 11074208	A	16-03-1999	NONE	
US 6054370	A	25-04-2000	NONE	
FR 2797347	A	09-02-2001	FR 2797347 A1	09-02-2001
			EP 1203403 A1	08-05-2002
			WO 0111667 A1	15-02-2001
			TW 457565 B	01-10-2001
EP 0938129	A	25-08-1999	CN 1228607 A	15-09-1999
			EP 0938129 A1	25-08-1999
			JP 3031904 B2	10-04-2000
			JP 11317509 A	16-11-1999
			SG 81964 A1	24-07-2001
			TW 437078 B	28-05-2001
			US 2002093047 A1	18-07-2002
			US 6342433 B1	29-01-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 02/03422

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01L21/762

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTEDocumentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	YUN C H ET AL: "Thermal and mechanical separations of silicon layers from hydrogen pattern-implanted wafers" JOURNAL OF ELECTRONIC MATERIALS, AUG. 2001, TMS;IEEE, USA, vol. 30, no. 8, pages 960-964, XP008005517 ISSN: 0361-5235 abrégé; figure 1	1-5,7, 13,15,16
Y	---	6,8-12, 14
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 janvier 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/01/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Wirner, C

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	YUN C H ET AL: "Fractional implantation area effects on patterned ion-cut silicon layer transfer" SOI CONFERENCE, 1999. PROCEEDINGS. 1999 IEEE INTERNATIONAL ROHNERT PARK, CA, USA 4-7 OCT. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 4 octobre 1999 (1999-10-04), pages 129-130, XP010370243 ISBN: 0-7803-5456-7 abrégé; figure 1 ---	1-5,7, 13,15,16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31 mai 1999 (1999-05-31) -& JP 11 045862 A (DENSO CORP), 16 février 1999 (1999-02-16) abrégé; figures ---	1,3-5,7, 13,15,16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30 juin 1999 (1999-06-30) -& JP 11 074208 A (DENSO CORP), 16 mars 1999 (1999-03-16) abrégé; figures ---	1-5,7, 13,15,16
Y	US 6 054 370 A (DOYLE BRIAN S) 25 avril 2000 (2000-04-25) abrégé; revendications; figures 3-7,10 ---	6,8,9
Y	FR 2 797 347 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 9 février 2001 (2001-02-09) abrégé; revendications; figures ---	10-12,14
A	EP 0 938 129 A (CANON KK) 25 août 1999 (1999-08-25) abrégé; revendications; figures 1C,6A -----	1,6,8-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 02/03422

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 11045862	A	16-02-1999	AUCUN	
JP 11074208	A	16-03-1999	AUCUN	
US 6054370	A	25-04-2000	AUCUN	
FR 2797347	A	09-02-2001	FR 2797347 A1	09-02-2001
			EP 1203403 A1	08-05-2002
			WO 0111667 A1	15-02-2001
			TW 457565 B	01-10-2001
EP 0938129	A	25-08-1999	CN 1228607 A	15-09-1999
			EP 0938129 A1	25-08-1999
			JP 3031904 B2	10-04-2000
			JP 11317509 A	16-11-1999
			SG 81964 A1	24-07-2001
			TW 437078 B	28-05-2001
			US 2002093047 A1	18-07-2002
			US 6342433 B1	29-01-2002